Schlumberger
Water Services

Diver Handbuch

November 2014

www.swstechnology.com
copyright of SLB

Schlumberger
Water Services

Diver® by Schlumberger Water Services

Version November 2014

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung seitens Schlumberger Water Services (Netherlands) B.V. weder als Ganzes noch in Teilen vervielfältigt, als elektronische Datei gespeichert oder in irgendeiner Form, sei es elektronisch, mechanisch, fotokopiert oder elektronisch gespeichert oder auf irgendeine andere Weise veröffentlich werden.

Schlumberger Water Services

Delftechpark 20

PO Box 553

2600 AN Delft

Niederlande

Tel: +31 (0)15 – 275 5000

www.swstechnology.com

Schlumberger
Water Services

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1
- Über dieses Handbuch 1
- Arbeitsweise 1
- Messung der Wasserstände 1
- Temperaturmessung 4
- Diver-Modelle 4
- Software 5

Technische Daten 7
- Kalibrierverfahren 7
- Herstellerzertifikat 7
- Spezifikationen 8
- Baro-Diver, Mini-Diver, Micro-Diver und Cera-Diver 9
- CTD-Diver 10
- Allgemein 11
- Temperatur 11
- Druck 12

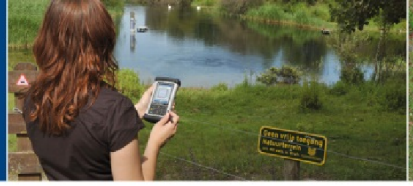
Installation und Wartung des Divers 16
- Einleitung 16
- Installation in einer Grundwassermessstelle 16
- Installation in Oberflächengewässern 18
- Die Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen 19
- Baro-Diver 19
- Einsatz in Meerwasser 19
- Diver Wartung 19

CTD-Diver 20
- Leitfähigkeitsmessung 20
- Kalibrierung des CTD-Divers 21
- Feldkalibrierung 21
- Spezifische Leitfähigkeit 22

FAQ 24

Anhang I - Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen 27

copyright of SLB



Schlumberger
Water Services

copyright of SLB

Einleitung

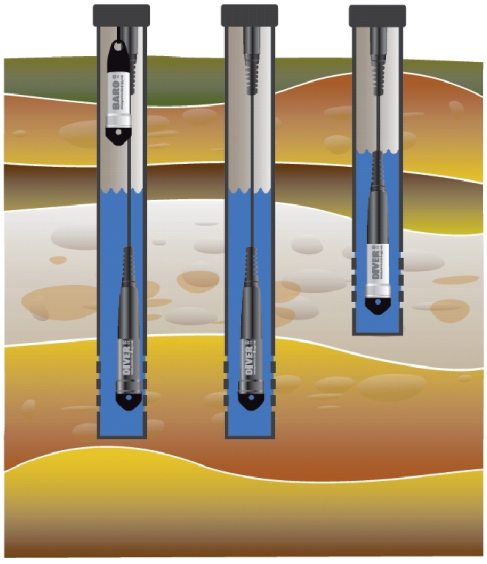
Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch enthält Informationen zu den Divern® von Schlumberger Water Services. Es enthält eine Beschreibung des Mini-Divers (DI5xx), Micro-Divers (DI6xx), Cera-Divers (DI7xx), Baro-Divers (DI500) und des CTD-Divers (DI27x). Die Zahl in Klammern bezeichnet das Diver-Modell.

Dieser Abschnitt enthält eine kurze Beschreibung des Messprinzips des Divers, eines Geräts, das zur Messung von Grundwasserständen und Temperaturen konzipiert wurde. Sie erhalten ebenfalls eine kurze Beschreibung der Software, die Sie mit dem Diver verwenden können. Im folgenden Abschnitt werden die technischen Spezifikationen für die einzelnen Divertypen beschrieben. In Abschnitt 3 wird die Installation der Diver in Grundwassermessstellen und Oberflächengewässern erklärt. Anschließend erhalten Sie eine Beschreibung der Wartung Ihres Divers. In Abschnitt 4 werden Leitfähigkeitsmessungen mit dem CTD-Diver und die Kalibrierung der Leitfähigkeit beschrieben. Im letzten Abschnitt erhalten Sie Antworten auf häufig gestellte Fragen (FAQ).

Arbeitsweise

Der Diver ist ein zur Messung von Wasserständen konzipierter Datenlogger. Die Messungen werden im internen Speicher des Divers gespeichert. Der Diver besteht aus einem Drucksensor zur Messung des Wasserdrucks, einem Temperatursensor, einem Mikrochip zum Speichern der Messungen und einer Batterie. Der Diver ist ein autarker Datenlogger, der vom Anwender der Messaufgabe entsprechend programmiert werden kann.



Messung der Wasserstände

Alle Diver bestimmen die Höhe der Wassersäule durch Messung des Wasserdrucks mit dem eingebauten Drucksensor. Solange der Diver nicht ins Wasser eingetaucht wird, misst er den Luftdruck wie ein Barometer. Sobald der Diver eingetaucht wird, wird dieser Messwert durch den Wasserdruck erhöht: Je höher die

copyright of SLB

Wassersäule über dem Diver, umso höher ist der gemessene Druck. Die Höhe der Wassersäule über dem Drucksensor des Divers wird so anhand des gemessenen Drucks bestimmt.

Um die Schwankungen des Luftdruckes auszugleichen, wird in jedem zu überwachenden Untersuchungsgebiet zusätzlich ein Baro-Diver installiert. Die barometrische Kompensation der so erfassten Schwankungen des Luftdruckes erfolgt im Rahmen der Referenzierung der Messwerte innerhalb des Softwarepakets Diver-Office.

Die kompensierten Werte können dabei auf einen Referenzpunkt wie die Pegeloberkante einer Grundwassermessstelle oder ein vertikales Referenzniveau, wie beispielsweise das Normalnull (NHN) bezogen werden.

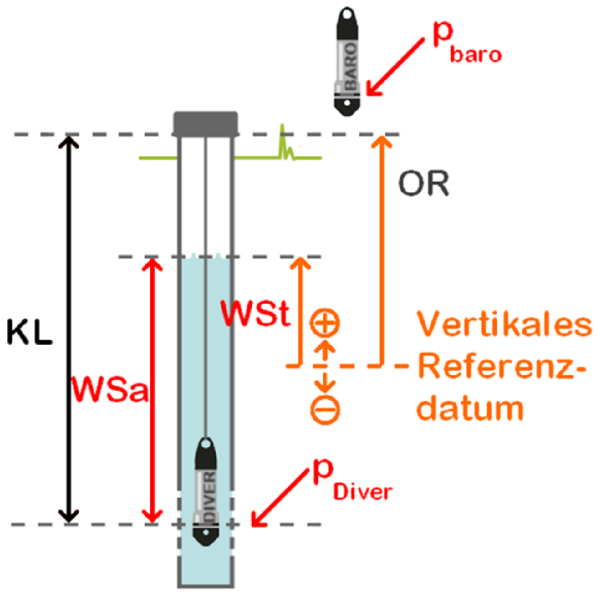
Theorie

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie der Wasserstand in Bezug zu einem vertikalen Referenzhöhe mithilfe von Diver- und Baro-Diver-Messungen berechnet werden kann.

Nachstehende Abbildung zeigt ein typisches Beispiel für eine Grundwassermessstelle, in der ein Diver installiert wurde. In diesem Fall soll der Wasserstand (WSt) in Bezug auf die vertikale Referenzhöhe interessieren. Wenn der Wasserstand über der vertikalen Bezugshöhe liegt, wird ein negativer Wert ausgegeben.

Die Rohroberkante wird in Bezug auf die vertikale Referenzhöhe gemessen und im folgenden Diagramm als OR in cm wiedergegeben. Der Diver hängt an einem Kabel, dessen Länge KL in cm entspricht.

Der Baro-Diver misst den barometrischen Luftdruck (p_{baro}) und der Diver misst den durch die Wassersäule verursachten Druck (WSa) zzgl. des barometrischen Drucks (p_{Diver}).



Die Wassersäule (WSa) über dem Diver kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$WSa = 9806{,}65 \frac{p_{Diver} - p_{baro}}{\rho \cdot g} \qquad (1)$$

wenn p der Druck in cmH_2O ist, ist g die Beschleunigung durch die Gravitation (9,81 m/s^2) und ñ die Wasserdichte (1.000 kg/m^3).

Der Wasserstand (WSt) in Bezug auf die vertikale Referenzhöhe kann wie folgt berechnet werden:

copyright of SLB

$$WSt = OR - KL + WSa \quad (2)$$

Wird WSa aus Gleichung (1) in Gleichung (2) ersetzt, erhält man:

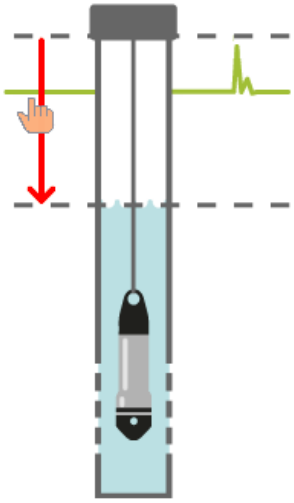
$$WSt = OR - KL + 9806{,}65\,\frac{p_{Diver} - p_{baro}}{\rho \cdot g} \quad (3)$$

Wenn die Länge des Kabels nicht genau bekannt ist, kann sie durch eine manuelle Messung des Wasserstandes mittels Lichtlot ermittelt werden. Wie aus Abbildung 3 klar ersichtlich, wird die manuelle Messung (MM) von der Rohroberkante bis zum Wasserstand vorgenommen. Der Wert des Wasserstands ist positiv, es sei denn, dass der Wasserspiegel ausnahmsweise über der Rohroberkante liegt (Hochwasser bzw. im Falle artesischer Verhältnisse).

Die Kabellänge kann jetzt wie folgt berechnet werden:

$$KL = MM + WSa \quad (4)$$

wobei die Wassersäule (WSa) auf der Basis der mit dem Diver und dem Baro-Diver vorgenommenen Messungen berechnet wird.



Anmerkungen:

- Wenn der mit dem Diver und Baro-Diver gemessene Druck zu verschiedenen Zeitpunkten ermittelt wurde, muss interpoliert werden. Die Interpolation wird von der Software automatisch durchgeführt.
- Es ist möglich, manuelle Messungen in die Software einzugeben. Anschließend ermittelt die Software die Kabellänge automatisch.

Beispiel:

Die Rohroberkante wurde 150 cm über Normalnull (NHN) gemessen: OR = 150 cm. Die Kabellänge ist nicht genau bekannt und wird daher manuell gemessen. Die Messung ergibt 120 cm: MM = 120 cm.

Der Diver misst einen Druck von 1.170 cmH_2O und der Baro-Diver ermittelt einen Druck von 1.030 cmH_2O. Werden diese Werte in Gleichung (1) eingesetzt, ergibt sich eine Wassersäule über dem Diver von 140 cm: WSa = 140 cm.

copyright of SLB

Werden die Werte für die manuelle Messung und die Wassersäule in Gleichung (4) eingesetzt, ergibt sich folgende Kabellänge: KL = 120 + 140 = 260 cm.

Der Wasserstand in Bezug zu NHN kann jetzt mit Gleichung (2) exakt berechnet werden: WSt = 150 – 260 + 140 = 30 cm über NHN.

Temperaturmessung

Alle Diver messen die Temperatur des umgebenden Wassers. Damit können beispielsweise Informationen zu Grundwasserströmungen gesammelt werden. Die Diffusion (verschmutzten) Wassers kann hierdurch ebenfalls bestimmt werden.

Die Temperatur wird mit einem Halbleitersensor gemessen. Dieser Sensor misst nicht nur die Temperatur, sondern verwendet den Temperaturwert gleichzeitig zur Abgleichung des Drucksensors und der Elektronik (einschließlich der Quarzuhr) mit der Temperaturwirkung.

Diver-Modelle

Es stehen verschiedene Diver-Modelle zur Verfügung. Alle Diver messen den Absolutdruck und die Temperatur. Der Absolutdruck ist der Druck der Wassersäule über dem Diver plus Luftdruck. Daher erfordert die Messung des Wasserstandes die parallele Bestimmung des Luftdruckes. Die folgende Zusammenfassung beschreibt die verschiedenen Diver-Modelle.

- Mini-Diver. Der Basis-Diver, mit einem Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) und 22 mm Durchmesser. Der Mini-Diver kann bis zu 24.000 Messungen (Druck und Temperatur) speichern.
- Micro-Diver. Mit 18 mm Durchmesser der kleinste Diver, ebenfalls mit einem Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) ausgestattet. Der Micro-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern. Dieser Diver ist bereits für Pegelrohre ab 20 mm Durchmesser geeignet.
- Cera-Diver. Dieser Diver wird mit einem Keramikgehäuse und 22 mm Durchmesser geliefert. Er ist für den Einsatz in semi-salinen Gewässern und Seewasser oder anderen aggressiven Umgebungen geeignet. Der Cera-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern.
- CTD-Diver. Zusätzlich zu Druck- und Temperaturmessungen misst dieser Diver die Leitfähigkeit des Wassers. Das Keramikgehäuse mit 22 mm Durchmesser ist für Salzwasser geeignet. Der CTD-Diver kann bis zu 48.000 Messungen speichern.
- Baro-Diver. Dieser Diver misst den Luftdruck und wird zur Kompensation der von den ins Grundwasser eingebauten Divern gemessenen Luftdruckschwankungen eingesetzt. Das Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl (316 L) hat 22 mm Durchmesser.

copyright of SLB

Der Micro-Diver, Cera-Diver und der CTD-Diver bieten eine größere Funktionsvielfalt als der Mini-Diver und der Baro-Diver. Die beiden letztgenannten Diver bieten lediglich feste Aufzeichnungsintervalle an. Das heißt, der Diver nimmt Messungen in einem vom Anwender festgesetzten Intervall vor und speichert die Ergebnisse.

Die anderen 3 Diver-Typen bieten zusätzlich folgende Messoptionen:

- Vorprogrammierte Pumpversuche oder vom Anwender definierte Pumpversuche.
- Gemittelte Werte über einen festgelegten Zeitraum.
- Die ereignisbasierte Option. In diesem Fall speichert der Diver die Messungen nur, wenn die für die Messung des Drucks oder der Leitfähigkeit (CTD-Diver) gesetzte Grenze für die prozentuale Abweichung überschritten wird. Diese prozentuale Abweichung kann vom Anwender festgelegt werden.

Beim Einsatz in Oberflächenwasser ist es möglich, die Werte über einen bestimmten Zeitraum zu mitteln. Die Durchschnittswerte werden dann gespeichert. Die Auswirkungen der Wellen können so ‚geglättet' werden.

Software

Diver-Office

Das Diver-Office-Softwarepaket kann mit allen in diesem Handbuch beschriebenen Divertypen verwendet werden. Die neueste Diver-Office-Version kann jederzeit von der Seite www.swstechnology.com heruntergeladen werden.

Diver-Office arbeitet unter allen aktuellen Microsoft Windows-Versionen und kann leicht auf einem Laptop oder PC installiert werden.

Wenn neue Microsoft Windows-Versionen auf den Markt kommen, finden Sie auf www.swstechnology.com weitere Informationen zu unterstützten Windows-Versionen usw. Auf dieser Seite steht immer die neueste Diver-Office-Version als kostenloser Download/Upgrade zur Verfügung.

Über Diver-Office kann mit den Divern kommuniziert und/oder können die Diver ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die von den Divern aufgezeichneten Messdaten können jederzeit ausgelesen werden. Sie können die Messdaten

copyright of SLB

überprüfen, die Luftdruckschwankungen kompensieren, die Daten drucken oder sie in verschiedene Dateiformate zur Weiterbearbeitung mit anderer Software exportieren. Alle Werte und Einstellungen werden in einer Datenbank gespeichert. Die Rohdaten des Divers werden ebenfalls als Datei gespeichert.

Weitere Einzelheiten zur Verwendung des Diver-Office finden Sie im Benutzerhandbuch zur Software.

Diver-Pocket

Diver-Pocket wurde speziell für den Einsatz im Feld konzipiert. Diver-Pocket ist eine Softwareapplikation zum Einsatz auf Pocket-PCs.

Diver-Pocket steht in zwei Versionen zur Verfügung:

- Diver-Pocket-Reader, mit dem die Diver ausschließlich ausgelesen werden können. In dieser Version können die Einstellungen in keiner Weise, auch nicht unbeabsichtigt, geändert werden. Die Diver können mit dieser Version auch nicht gestartet/gestoppt werden. Mit dem Reader können die gespeicherten Daten der Diver nur ausgelesen werden.
- Diver-Pocket-Manager ist die Version, mit der nicht nur die Daten ausgelesen werden können, sondern auch die Diver gestartet/gestoppt und programmiert werden können.

Die mit Diver-Pocket ausgelesenen Dateien können anschließend auf einen PC geladen werden. Dies ist jedoch nicht unbedingt notwendig um die Diver-Pocket-Daten in Diver-Office zu importieren. Diver-Office verfügt über eine Funktion, mit der diese Dateien auf einem verbundenen Pocket-PC lokalisiert und direkt eingelesen werden können. Der Import ist so schneller und fehlerfrei.

Weitere Einzelheiten zur Arbeit mit Diver-Pocket finden Sie im Benutzerhandbuch zu dieser Software.

copyright of SLB

Technische Daten

Der Diver ist ein Datenlogger in einem zylindrischen Gehäuse und einer Aufhängeöse an der Oberseite. Die Aufhängeöse kann abgeschraubt werden. Sie ist für die Installation des Divers in einer Grundwassermessstelle konzipiert und schützt die optische Schnittstelle. Die Elektronik, Sensoren und die Batterie sind wartungsfrei im Gehäuse installiert. Der Diver darf nicht geöffnet werden. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten.

Die Bezeichnung des Datenloggers, die Modellnummer, der Messbereich und die Seriennummer (SN) sind klar auf der Seite des Divers angebracht. Diese Daten werden mit einem Laser eingebrannt, sie sind daher chemisch neutral und nicht löschbar.

Beispiele:

DIVER® CE www.swstechnology.com A Schlumberger product
DI 510 - 100m, SN A1234

BARO® CE www.swstechnology.com A Schlumberger product

CTD-DIVER® CE www.swstechnology.com A Schlumberger product

Kalibrierverfahren

Der Diver wird vor Auslieferung nach einem vordefinierten Verfahren fein eingestellt und getestet. Der wichtigste Test ist die Kalibrierung (Überprüfung der Messungen anhand eines höheren Standards).

Der Diver misst den Druck und ist üblicherweise in Zentimeter Wassersäule (cmH_2O) kalibriert. Das Verhältnis von Druck in cmH_2O zu Druck in Millibar wird wie folgt definiert:

$$1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa} = 1{,}01972 \text{ } cmH_2O \text{ oder}$$

$$1 \text{ } cmH_2O = 0{,}980665 \text{ mbar}$$

Der Diver wird für die Kalibrierung vollständig in ein Wasserbad getaucht. Die Temperatur des Wasserbades wird auf 15 °C und 35 °C stabilisiert. Der Diver wird bei 15 °C und 35 °C kalibriert. Bei diesen Kalibrierungstemperaturen werden Druckabweichungen erzeugt. Die Druckabweichungen bestehen aus einer Reihe ansteigender und abfallender Druckablesungen bei 10 %, 30 %, 50 %, 70 % und 90 % des DIVER-Endbereiches.

Herstellerzertifikat

Wenn der Diver alle Spezifikationen erfüllt, wird er freigegeben. Ein Herstellerzertifikat kann auf Anfrage bei Auslieferung mitgeliefert werden.

copyright of SLB

Spezifikationen

Neben dem Baro-Diver (DI500) zur Messung des Luftdrucks und der Temperatur, stehen 12 verschiedene Diver zur Messung von Druck und Temperatur und 3 unterschiedliche CTD-Diver zur Messung von Druck, Temperatur und Leitfähigkeit zur Auswahl. Die Messbereiche der mit Divern messbaren Wassersäulen sind nachstehend zusammengefasst:

Mini-Diver:

- bis zu 10 Meter (DI501)
- bis zu 20 Meter (DI502)
- bis zu 50 Meter (DI505)
- bis zu 100 Meter (DI510)

Micro-Diver:

- bis zu 10 Meter (DI601)
- bis zu 20 Meter (DI602)
- bis zu 50 Meter (DI605)
- bis zu 100 Meter (DI610)

Cera-Diver:

- bis zu 10 Meter (DI701)
- bis zu 20 Meter (DI702)
- bis zu 50 Meter (DI705)
- bis zu 100 Meter (DI710)

CTD-Diver:

- bis zu 10 Meter (DI271)
- bis zu 50 Meter (DI272)
- bis zu 100 Meter (DI273)

Baro-Diver:

- Barometrische Abweichungen (DI500)

copyright of SLB

Baro-Diver, Mini-Diver, Micro-Diver und Cera-Diver

Diese Diver-Modelle entsprechen folgenden allgemeinen Spezifikationen:

Durchmesser	Ø 22 mm	Ø 18 mm	Ø 22 mm
Länge	ca. 90 mm	ca. 88 mm	ca. 90 mm
Gewicht	ca. 55 Gramm	ca. 45 Gramm	ca. 50 Gramm
Schutzklasse	IP68		
Lager-/ Transporttemperatur	-20 °C bis 80 °C (Auswirkung auf Lebensdauer der Batterie)		
Betriebstemperatur	0 °C bis 50 °C		
Material			
– *Gehäuse*	316 L rostfreier Edelstahl (Werkstoff Nr. 1.4404)	316 L rostfreier Edelstahl (Werkstoff Nr. 1.4404)	Zirkoniumdioxid (ZrO_2)
– *Drucksensor*	Aluminiumoxid (Al_2O_3)		
– *Aufhängeöse/Nasenkonus*	Nylon PA6 fiberglasverstärkt 30%		
– *O-ringe*	Viton®		
Kommunikation	Optisch getrennt		
Speicherkapazität	24.000 Datensätze	48.000 Datensätze	48.000 Datensätze
Speicher	Nichtflüchtiger Speicher Ein Datensatz besteht aus Datum/Uhrzeit/Druck/Temperatur		
Messintervall	0,5 Sekunden bis 99 Stunden		
Messoptionen			
– *Festes Intervall*	Ja	Ja	Ja
– *Ereignisbasiert*	Nein	Ja	Ja
– *Pumpversuch (vom Anwender zu konfigurieren)*	Nein	Ja	Ja
– *Ressourcen*	Nein	Ja	Ja
*Lebensdauer der Batterie**	8-10 Jahre, abhängig vom Gebrauch		
– *Theoretische Kapazität*	5 Millionen Messungen 2.000 x Speicher auslesen 2.000 x Programmieren		
Genauigkeit der Uhr	Besser als ± 1 Minute pro Jahr bei 25°C		

copyright of SLB

Besser als ± 5 Minuten pro Jahr innerhalb des kalibrierten Temperaturbereichs

CE-Kennzeichnung	EMC gemäß EWG-Richtlinie 89/336 EN 61000-4.2 Basisstandard		
- *Emissionen*	EN 55022 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003), Klasse B		
- *Sicherheit*	EN 55024 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003)		
- *Zertifikat Nummer*	06C00301CRT01	06C00300CRT01	06C00299CRT01

CTD-Diver

Durchmesser	Ø 22 mm
Länge	135 mm einschl. Aufhängeöse
Gewicht	ca. 100 Gramm
Material Gehäuse	Zirkoniumdioxid (ZrO_2)
Schutzklasse	IP68
Speicherkapazität	48.000 Datensätze
Messintervall	1 Sek bis 99 Stunden
Messoptionen	
– *Festes Intervall*	Ja
– *Ereignisbasiert*	Ja
– *Pumpversuch (vom Anwender zu konfigurieren)*	Ja
– *Ressourcen*	Ja
Leitfähigkeit	
– *Messbereich*	(0 – 120) mS/cm
– *Genauigkeit*	±1 % der Messung mit mindestens 10 µS/cm
– *Auflösung*	0.1 % der Messung mit mindestens - 1 µS/cm für 30 mS/cm Bereich - 10 µS/cm für 120 mS/cm Bereich
Lebensdauer der Batterie	
– *Theoretische Kapazität*	2 Millionen Messungen 500 x Speicher auslesen 500 x Programmieren
CE-Kennzeichnung	EMC gemäß EWG-Richtlinie 89/336

copyright of SLB

	EN 61000-4.2 Basisstandard
- *Emissionen*	EN 55022 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003), Klasse B
- *Sicherheit*	EN 55024 (1998) + A1 (2000) + A2 (2003)

Alle anderen Parameter sind mit denen des Cera-Diver identisch.

* **Der Diver ist immer aktiv.** Der Verluststrom der integrierten Batterie ist temperaturabhängig. Wenn der Diver über einen längeren Zeitraum bei hohen Temperaturen eingesetzt, gelagert oder transportiert wird, wird sich dies negativ auf die Lebensdauer der Batterie auswirken. Bei niedrigeren Temperaturen ist die Kapazität der Batterie vorübergehend reduziert. Das ist bei Batterien normal.

** Die Genauigkeit der Uhr ist stark temperaturabhängig. Die Uhren aller Modelle werden aktiv temperaturkompensiert.

Allgemein

Transport	In der mitgelieferten Verpackung für den Transport in Fahrzeugen, auf Schiffen und in Flugzeugen geeignet.
Vibrationswiderstand	Gemäß MIL-STD-810.
Mechanische Stoßprüfung	gemäß MIL-STD-810 für leichte Geräte.

Temperatur

Die folgenden Spezifikationen gelten für Mini, Micro, Cera, CTD-Diver und Baro-Diver für Temperaturmessungen:

Messbereich	-20 °C bis 80 °C
Betriebstemperatur (OT)	0 °C bis 50 °C (für Baro-Diver: -10 °C bis 50 °C)
Genauigkeit	± 0,2 °C
Auflösung	0,01 °C
Antwortzeit (90 % des Endwerts)	3 Minuten (im Wasser)

copyright of SLB

Druck

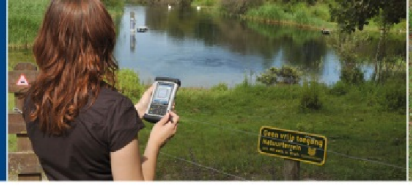
Die Spezifikationen für Luftdruck- und Wasserdruckmessungen unterscheiden sich je nach Diver-Modell. Nachstehende Spezifikationen gelten für den Temperaturbereich 0° C bis 50° C.

Mini-Diver

	DI501	DI502
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 2,5 cmH_2O	± 5 cmH_2O
Standard	± 0,5 cmH_2O	± 1 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 2 cmH_2O	± 4 cmH_2O
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Display-Auflösung	0,058 cmH_2O	0,092 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

	DI505	DI510
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 12,5 cmH_2O	± 25 cmH_2O
Standard	± 2,5 cmH_2O	± 5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 10 cmH_2O	± 20 cmH_2O
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Display-Auflösung	0,192 cmH_2O	0,358 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

copyright of SLB



Micro-Diver

	DI601	DI602
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 3 cmH_2O	± 6 cmH_2O
Standard	± 1 cmH_2O	± 2 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 3 cmH_2O	± 6 cmH_2O
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Display-Auflösung	0,058 cmH_2O	0,092 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

	DI605	DI610
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 15 cmH_2O	± 30 cmH_2O
Standard	± 5 cmH_2O	± 10 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 15 cmH_2O	± 30 cmH_2O
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Display-Auflösung	0,192 cmH_2O	0,358 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

Cera-Diver

	DI701	DI702
Bereich	10 mH_2O	20 mH_2O
Genauigkeit	± 2 cmH_2O	± 4 cmH_2O
Standard	± 0,5 cmH_2O	± 1 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 2 cmH_2O	± 4 cmH_2O
Auflösung	0,2 cmH_2O	0,4 cmH_2O
Display-Auflösung	0,058 cmH_2O	0,092 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	30 mH_2O

copyright of SLB

	DI705	DI710
Bereich	50 mH_2O	100 mH_2O
Genauigkeit	± 10 cmH_2O	± 20 cmH_2O
Standard	± 2,5 cmH_2O	± 5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	±10 cmH_2O	± 20 cmH_2O
Auflösung	1 cmH_2O	2 cmH_2O
Display-Auflösung	0,192 cmH_2O	0,358 cmH_2O
Maximaldruck	75 mH_2O	150 mH_2O

CTD-Diver

	DI271	DI272
Bereich	10 mH_2O	50 mH_2O
Genauigkeit	± 2 cmH_2O	± 10 cmH_2O
Standard	± 0,5 cmH_2O	± 2,5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 2 cmH_2O	± 10 cmH_2O
Auflösung	0,2 cmH_2O	1 cmH_2O
Display-Auflösung	0,058 cmH_2O	0,092 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O	75 mH_2O

	DI273
Bereich	100 mH_2O
Genauigkeit	± 20 cmH_2O
Standard	± 5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 20 cmH_2O
Auflösung	2 cmH_2O
Display-Auflösung	0,358 cmH_2O
Maximaldruck	150 mH_2O

copyright of SLB

Baro-Diver

	DI500
Bereich	150 cmH_2O
Genauigkeit	± 2 cmH_2O
Standard	± 0,5 cmH_2O
Langfristige Stabilität	± 2 cmH_2O
Auflösung	0,1 cmH_2O
Display-Auflösung	0,058 cmH_2O
Maximaldruck	15 mH_2O

Bereich

Höhe der Wassersäule über dem Diver, die gemessen werden soll.

Genauigkeit (abs.)

Genauigkeit ist die Abweichung der Messergebnisse vom wahren Wert. Diese bestimmt sich als algebraische Summe aller Fehler, die die Druckmessung beeinflussen. Diese Fehler ergeben sich aus der Linearität, der Hysterese und der Reproduzierbarkeit. Während des Diver- Kalibrierungsprozesses wird ein Diver verworfen, wenn der Unterschied zwischen dem gemessenen Druck und dem vorgegeben Druck größer als die angegebene Genauigkeit ist.

Genauigkeit (typisch)

Mindestens 67% der Messungen während der Kalibrierung sind innerhalb von 0,05% des jeweiligen Messbereichs (FS).

Langzeitstabilität

Entspricht der Stabilität der Messung über eine längere Zeitdauer, wenn ein konstanter Druck bei konstanter Temperatur beaufschlagt wird.

Auflösung

Entspricht der kleinsten Änderung im Druck, die eine Antwort in den Diver-Messergebnissen erzeugt.

Display-Auflösung

Die kleinste Schrittweite in Druck, der Diver messen kann.

Berstdruck (Maximaldruck)

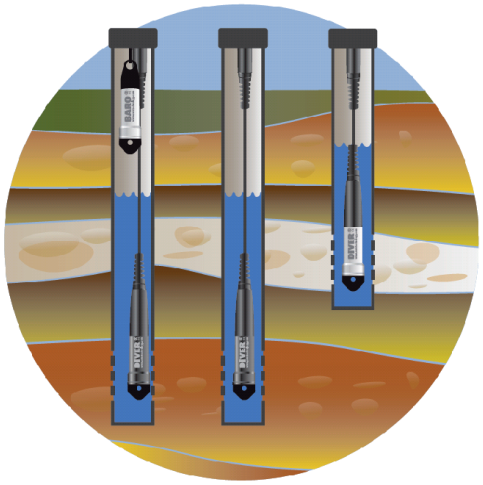
Der Druck, ab dem mit einer Zerstörung des Diver Drucksensor gerechnet werden muss.

copyright of SLB

Installation und Wartung des Divers

Einleitung

In der Praxis wird der Diver üblicherweise in eine Grundwassermessstelle eingebaut.



Die Abbildung rechts stellt eine Reihe von Divern und einen Baro-Diver zur Kompensation des barometrischen Drucks dar.

Zusätzlich zu den normalen Divern wird ein Baro-Diver, der als Barometer arbeitet und den Atmosphärendruck aufzeichnet, an jeder Messstelle installiert. Die Daten des Luftdruckes werden zur Kompensation der Abweichungen des Atmosphärendrucks der von den Divern aufgezeichneten Druckmessungen verwendet. Zu diesem Zweck empfehlen wir einen Baro-Diver, der speziell für die Messung des barometrischen Drucks konzipiert wurde. Grundsätzlich ist ein Baro-Diver für ein Gebiet mit einem Radius von 15 km ausreichend (abhängig von den Geländebedingungen). Lesen Sie dazu auch Anhang I *‚Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen'*

Nachfolgend wird die Installation der Diver und des Baro-Divers beschrieben.

Installation in einer Grundwassermessstelle

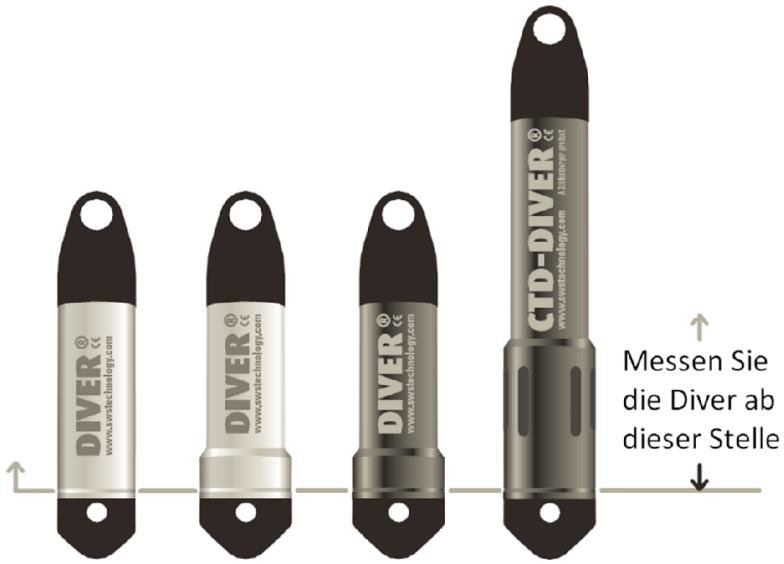
Im Normalfall werden die Diver in einer Grundwassermessstelle unterhalb des Wasserspiegels installiert. Die Tiefe, in die der Diver maxinal eingetaucht werden kann, hängt vom Messbereich des Geräts ab. Weitere Informationen zum Bereich des Divers erhalten Sie im Abschnitt *‚Technische Daten'*

Zunächst bestimmen Sie die Länge des nicht dehnbaren Tragkabels (Stahlseil aus rostfreiem Edelstahl, Artikelnummer MO5000) basierend auf dem niedrigsten Grundwasserstand. Beim Kürzen des Stahlseils auf Maß berücksichtigen Sie die benötigte Länge zur Befestigung am Diver und die Länge der Aufhängeöse an der Oberseite.

Verwenden Sie die Drahtseilklemmen zur Befestigung des Kabels an der Pegelkappe der Grundwassermessstelle bzw. an der Aufhängeöse des Divers.

Zur Bestimmung des Abstands des Drucksensors in der Grundwassermessstelle benötigen Sie die exakte Kabellänge, zu der der Abstand des Standorts des Drucksensors im Diver addiert werden muss, um die Gesamtarbeitslänge zu erhalten. Dies wird im folgenden Diagramm dargestellt.

copyright of SLB



Es ist auch möglich, den Diver mit einem Direktauslesekabel (Diver Data Cable - DDC) zu installieren. Dieses Kabel ermöglicht Ihnen, den Diver an der Oberseite der Grundwassermessstelle ohne Aufzuholen auszulesen.

Diver am Stahlseil eingebaut

Diver am DDC-Kabel eingebaut

Hinweis: Es ist möglich, dass sich der Grundwasserspiegel bei der Installation des Divers vorübergehend hebt (insbesondere bei sehr kleinen Pegelrohrdurchmessern). Das Gegenteil ist der Fall, wenn der Diver entfernt wird. Der Grundwasserspiegel kann sich dann vorübergehend senken.

Wenn die Kabellänge nicht genau bekannt ist, kann sie beispielsweise mit Diver-Office und einer manuellen Messung (Messung mit Lichtlot ab Rohroberkante) berechnet werden (Manuelle Messung + Diver-Messung - Baro-Diver Ablesung = Kabellänge)

Folgendes muss bei der Installation eines CTD-Divers berücksichtigt werden:

- Er sollte nicht in sehr engen Pegelrohren installiert werden.
- Die Anzeige der Lf-Werte ist am genauesten (zuverlässigsten), wenn der Durchfluss des zu messenden Wassers unbehindert ist.
- CTD-Diver sollten daher vorzugsweise auf Filterrohrhöhe eingebaut werden.

copyright of SLB

- Im Gegensatz zu ‚normalen' Divern wirkt sich die Position in der Grundwassermessstelle in Bezug auf das Filterrohr auf die Messung aus. Auch hier gilt folgende Maxime: Je höher der Durchfluss, desto zuverlässiger ist die Messung.
- Die Grundwassermessstelle sollte aus metallfreiem Material (Kunststoff) errichtet sein.
- Von den Wänden der Grundwassermessstelle freigesetzte Ionen können/werden die Messung beeinflussen.
- Geklebte Grundwassermessstellen: Es ist bekannt, dass bestimmte Klebstoffe die Messungen beeinflussen können.

Installation in Oberflächengewässern

Wenn ein Diver in einem Oberflächengewässer eingesetzt werden soll, muss für ausreichende Zirkulation um die Sensoren des Divers gesorgt werden. Der Wasserdurchfluss verhindert ein Verschlammen der Rohre und stellt sicher, dass der Diver wirklich das Umgebungswasser und nicht das in der Grundwassermessstelle stagnierende Wasser misst. Wir empfehlen, eine Grundwassermessstelle von mindestens 2" zu verwenden, die Öffnungen sollten so gut wie möglich rost-, algen- und pflanzenfrei gehalten werden.

Wenn ein Stahlrohr, in dem eine 1" Grundwassermessstelle installiert ist, verwendet wird (s. Abbildungen), sollte der Endpunkt des Divers etwas über das Rohr hinausragen, damit die Sensoren des Divers auch an dieser Stelle mit Wasser in Kontakt kommen.

Installieren Sie den Haltepfosten der Grundwassermessstelle so, dass dem Diver die maximale Wassertiefe und der maximale Wasserdurchfluss, zum Beispiel in der Bachmitte, zur Verfügung steht. Zur Vorbeugung gegen Vandalismus kann ein Stahlrohr mit einer verschließbaren Stahlkappe verwendet werden.

Positionieren Sie die Diver dabei so tief, dass sie unterhalb einer möglichen Eisdecke bleiben.

Diese Abbildungen zeigen einen Diver, dessen Sensor an der Unterseite über die Grundwassermessstelle hinausragt. In das Stahlrohr wurde eine dünnere Grundwassermessstelle, in der der Diver installiert werden kann, eingebracht.

copyright of SLB

Die Verwendung von Divern bei Geländeerhebungen

Diver können für alle Erhebungen zwischen 300 Meter unter dem Meeresspiegel und bis zu 5.000 Metern über dem Meeresspiegel eingesetzt werden. Anhang I enthält weitere Informationen zur Verwendung von Diver bei Geländeerhebungen.

Baro-Diver

Der Baro-Diver muss so installiert werden, dass er unter allen Umständen ausschließlich den Atmosphärendruck misst. Er muss dazu fest und vorzugsweise an einem Ort ohne große Temperaturschwankungen installiert werden.

Einsatz in Meerwasser

Verwenden Sie weder den Mini-Diver noch den Micro-Diver in Meerwasser.

Der Mini- und der Micro-Diver bestehen aus rostfreiem Edelstahl 316L. Dieses Material ist für semi-saline Gewässer und/oder Meerwasser aufgrund von Korrosion/Spaltkorrosion nicht geeignet. Korrosion wird nicht nur vom Salzgehalt verursacht, sondern auch von der Temperatur und den übrigen Bestandteilen des Wassers.

Wir empfehlen den Cera-Diver und/oder den CTD-Diver zum Einsatz in semi-salinen Gewässern und/oder Meerwasser. Diese Diver bestehen aus Keramikmaterial und sind auch in semi-salinen Gewässern und Meerwasser korrosionsbeständig.

Diver Wartung

Der Diver ist grundsätzlich wartungsfrei. Das Gehäuse kann gegebenenfalls mit einem weichen Tuch gereinigt werden. Kalzium und andere Ablagerungen können mit weißem Essig entfernt werden. Die Durchflussöffnung kann mit Wasser und/oder weißem Essig gespült werden.

Hinweis: Verwenden Sie verdünnte Säurelösungen nur, wenn der Diver stark verschmutzt ist und andere Reinigungsmittel keine Wirkung zeigen!

Verwenden Sie keine harten Bürsten, Schleifmittel oder scharfe Gegenstände zur Reinigung des Divers und spülen Sie ihn nach der Reinigung mit klarem Wasser, insbesondere in der Nähe der Durchflussöffnungen. Verwenden Sie keine starken Flüssigkeitsstrahlen. Dadurch kann der Drucksensor beschädigt werden.

---

copyright of SLB

CTD-Diver

Leitfähigkeitsmessung

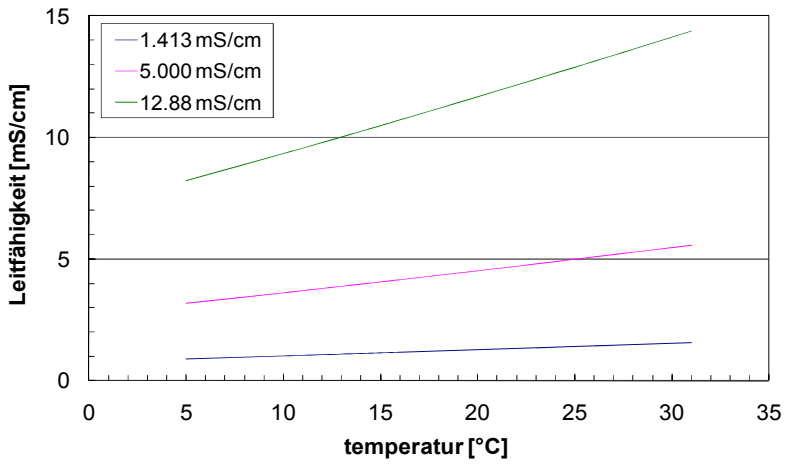
Zusätzlich zu Wasserständen und der Temperatur, misst der CTD-Diver die elektrische Leitfähigkeit des Wassers in Milli-Siemens pro Zentimeter (mS/cm). Eine Änderung der Leitfähigkeit kann auf Strömungsänderungen oder z.B. verstärkte/verminderte Verschmutzung oder Versalzung hinweisen.

Der CTD-Diver misst die Leitfähigkeit der Flüssigkeit. Basierend auf der gemessenen Leitfähigkeit und Temperatur kann der CTD-Diver die *spezifische* Leitfähigkeit bei 25° C berechnen. Das Gerät kann entweder die Leitfähigkeit oder die spezifische Leitfähigkeit aufzeichnen. *Dies muss jedoch vor Inbetriebnahme des Divers eingestellt werden. Der Status der ausgewählten Einstellung wird mit aufgezeichnet (geloggt).*

Die Leitfähigkeit wird mit einer mit 4 Elektroden versehenen Messzelle gemessen. Diese Art Messzelle ist relativ unsensibel gegenüber verschmutzten Sensoren. Damit wird die Wartung auf ein Minimum beschränkt. *Die Messzelle in Kombination mit der ausgewählten Messoption ergibt ein elektrolysefreies Messsystem.*

Beispiel

Die Leitfähigkeit einer Flüssigkeit hängt von der Art der Ionen in der Flüssigkeit und zu einem gewissen Grad auch von der Temperatur der Flüssigkeit ab. Diese Abhängigkeit ist zum Beispiel auf der Verpackung der Kalibrierflüssigkeiten vermerkt. Das folgende Diagramm zeigt die Leitfähigkeit als Funktion der Temperatur für drei verschiedene Kalibrierflüssigkeiten. Der genannte Wert der Kalibrierflüssigkeit ist die Leitfähigkeit der Flüssigkeit bei 25° C.



Als Erfahrungswert kann angenommen werden, dass die Leitfähigkeit um 2 % pro 1°K Temperaturschwankung variiert. Das heißt, dass eine Kalibrierflüssigkeit mit einem Nennwert von 5 mS/cm (bei 25° C) bei einer Temperatur von 15° C nur noch eine Leitfähigkeit von etwa 4 mS/cm aufweist.

Die nachfolgende Tabelle enthält Beispiele für eine Reihe typischer Leitfähigkeitswerte für verschiedene Wasserarten.

Art	Leitfähigkeit [mS/cm]
Leitungswasser	0,2 – 0,7
Grundwasser	2 - 20
Meerwasser	50 - 80

copyright of SLB

Kalibrierung des CTD-Divers

Der CTD-Diver wird werksseitig kalibriert für Druck, Temperatur und Leitfähigkeit:

1. Zunächst ist der Diver kalibriert für Druck und Temperatur. Dieser Prozess ist bei jedem Diver identisch und ist beschrieben im Kapitel Prozedur Kalibrierung.
2. Anschließend wird die werksseitige Kalibrierung des Leitfähigkeitssensors vorgenommen. Der CTD-Diver ist unterteilt in 6 aufsteigende Leitfähigkeitswerten. Der genaue Leitfähigkeitswert der Flüssigkeit wird bestimmt mit einem kalibrierten Referenzsensor.
3. Die Überprüfung des Leitfähigkeits-Sensors für 6 Werte: ± 150, ± 1.000, ± 3.000, ± 12.500, ± 38.000 and ± 89.500 µS/cm (Kalibrierwerte). Die gemessenen Werte des CTD-Diver werden mit den Referenzwerten verglichen. Dies bestimmt, ob die Abweichung innerhalb der Grenzen der Spezifikationen liegt.

Die werksseitige Kalibrierung bleibt aber dauerhaft gespeichert.

Feldkalibrierung

Der Leitfähigkeitssensor ist im Gegensatz zum Druck- und Temperatursensor sehr anfällig für Verschmutzungen

Deshalb wird empfohlen, diesen regelmäßig zu prüfen. Eine einfache Prüfung besteht aus zwei Schritten. Zunächst nehmen Sie den Diver aus dem- Pegelrohr und schütteln ihn trocken. Führen Sie dann eine aktuelle Lesung aus. Diese sollte 0 mS/cm sein. Wenn der Sensor nicht komplett trocken ist, kann dieser Wert geringfügig höher sein. Dann tauchen Sie den Diver in ein eine Leitfähigkeits-Kalibrierlösung ein. Stellen Sie sicher, dass innerhalb der Leitfähigkeitsmesszelle keine Luftblasen eingeschlossen werden. Hinweis: der CTD-Diver ist bestimmt zum Auslesen der Leitfähigkeit, d.h. nicht spezifizierte Leitfähigkeit garantiert, dass die Messung für die Temperatur korrigiert ist.

Wenn die Abweichung zu hoch ist (höher als die angegebene Genauigkeit), wird empfohlen, den CTD-Diver neu zu kalibrieren. Es ist wichtig, dass diese Kalibrierung in einer Umgebung mit gleichbleibender Temperatur stattfindet. Es ist unbedingt notwendig, gute Referenzflüssigkeiten zu gebrauchen und das Gerät vorher gut zu säubern, um eine gute und zuverlässige Re-Kalibrierung zu erhalten.

Die Spezifikation der Genauigkeit der Leitfähigkeitszelle über den gesamten Messbereich von 0 - 120 mS/cm kann nur erreicht werden, wenn der CTD-Diver während einer Feldkalibrierung an allen vier Kalibrierpunkten (1,413; 5; 12,88 und 80 mS/cm) kalibriert wird.

Wenn Sie den CTD-Diver in einem bestimmten Messbereich nutzen wollen, können Sie entscheiden, die Kalibrierung nur unter Punkt 1 oder Punkt 2 vorzunehmen. Das bedeutet, dass der CTD-Diver nur diesem bestimmten Messbereich den Spezifikationen entspricht. Der CTD-Diver kann dann außerhalb des kalibrierten Messbereichs jedoch etwas von den Spezifikationen abweichen.

Beispiel: Wenn der CTD-Diver in einem Messbereich von 2 - 3 mS/cm genutzt werden soll, führen Sie die Kalibrierung bei 1,413 und/oder 5 mS/cm durch. Der CTD-Diver befindet sich dann konsequent für den Messbereich 1,413 bis 5 mS/cm innerhalb der Spezifikation.

Wenn später eine Feldkalibrierung an allen 4 Kalibrierpunkten durchgeführt wird, entspricht der CTD-Diver wieder den Spezifikationen für den gesamten Messbereich.

Das Verfahren zur Kalibrierung des CTD-Diver ist im Diver-Office-Benutzerhandbuch beschrieben.

copyright of SLB

Wir empfehlen weiterhin, wenn der CTD-Diver über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurde, den CTD-Diver vor der nächsten Nutzung erneut zu kalibrieren. Programmieren Sie den CTD-Diver mit Ausleseintervall von einer Minute und starten Sie den CTD-Dvier. Geben Sie den CTD-Diver für mindestens 24 Stunden in Leitungswasser.

Wichtig:

Der CTD-Diver muss vor jeder Referenzmessung und/oder Kalibrierung mit vollentsalztem Wasser gespült werden. Nach dem Spülen darf er nicht mit bloßen Händen berührt werden, da die Spülflüssigkeit leicht durch die an den Händen anhaftenden Verunreinigungen und/oder Salzrückständen verschmutzt werden kann. Dadurch wird die Referenzmessung/Kalibrierung ungültig, da die Referenz verzerrt wurde. Dieser Effekt ist am deutlichsten bei niedrigsten Werten.

Eine irrtümliche oder fehlerhafte Kalibrierung kann die Genauigkeit des CTD-Diver ebenfalls negativ beeinflussen.

Sauberkeit während der Kalibrierung ist sehr wichtig. Alle am CTD-Diver haftenden Salzrückstände haben negativen Einfluss auf die Genauigkeit der Kalibrierflüssigkeit. **Deshalb darf diese Flüssigkeit niemals zweimal verwendet werden.**

Temperaturunterschiede können ebenfalls zu Fehlern führen (evtl. ist eine verlängerte Akklimatisierung erforderlich).

Wir empfehlen in diesen Fällen, die werksseitige Kalibrierung wieder herzustellen.

Spezifische Leitfähigkeit

Die spezifische Leitfähigkeit der Elektrolytlösung wird als die Leitfähigkeit definiert, wenn die Lösung eine bestimmten - Referenz – Temperatur erreicht hat. Die spezifische Leitfähigkeit ist ein indirektes Maß für das vorhanden sein von gelösten Feststoffen, wie Chlorid, Nitrat, Phosphat und Eisen und kann als Indikator für die Wasserverschmutzung verwendet werden.

Die folgende Gleichung wird zur Berechnung der spezifischen Leitfähigkeit K_{Tref} aus der gemessenen Leitfähigkeit K verwendet.

$$K_{Tref} = \frac{100}{100 + \theta(T - T_{ref})} \cdot K$$

wobei:

K_{Tref} = Spezifische Leitfähigkeit bei T_{ref}

K = Leitfähigkeit bei T

T_{ref} = Referenztemperatur (25 °C)

T = Probentemperatur

θ = Temperaturkoeffizient (1.91 %/°C)

Der Temperaturkoeffizient welche in der CTD-Diver verwendet wird, ist 1,91% / °C und der Bezugstemperatur ist 25 °C. Die Einstellung der Leitfähigkeit oder spezifischen Leitfähigkeit messen kann in die CTD-Diver vom Anwender programmiert werden.

copyright of SLB

copyright of SLB

FAQ

Dieser Abschnitt enthält eine Übersicht der von unseren Kunden häufig gestellten Fragen und unsere Antworten darauf. Wenn Sie die Antwort auf Ihre Frage nicht in diesen FAQ finden, setzen Sie sich bitte mit Schlumberger Water Services in Verbindung.

F: *Wie installiere ich meinen Diver?*
A: Die meisten Diver werden unter Wasser in einer Grundwassermessstelle installiert. Die Tiefe, in die Sie das Gerät hinablassen können, hängt vom Messbereich des Geräts ab. Bestimmen Sie vor der Installation den niedrigsten Wasserstand bezogen auf die Pegeloberkante(oder einem anderen Referenzpunkt). Wenn der Diver mindestens auf diese Tiefe abgesenkt wird, wird sichergestellt, dass der Diver immer den Wasserspiegel misst und nicht trockenfällt.
B: Der Diver kann an einem Direktauslesekabel (Diver Data Cable - DDC) oder einem nicht dehnbaren Seil (Edelstahl- oder Vectranseil) eingebaut werden. Im Falle eines Seils befestigen Sie dieses mit zwei Kabelklemmen an der Abdeckung der Grundwassermessstelle und am anderen Ende den Diver an der Aufhängeöse.

F: *Wie verbinde ich den Diver mit meinem Computer?*
A: Die Verbindung des Divers mit dem Computer hängt von der Art der Installation in der Grundwassermessstelle ab.

- Ein Diver, der an einem Stahlseil in der Grundwassermessstelle hängt, muss vor dem Auslesen aus der Grundwassermessstelle aufgeholt werden. Der Diver kann mit einem PC, Pocket-PC oder eine Ausleseeinheit ausgelesen werden:
  1. Verbinden Sie die Ausleseeinheit über den USB-Anschluss mit Ihrem Pocket-PC oder Computer (PC) Die notwendigen Treiber werden mitgeliefert. Sie werden bei Verwendung unserer Software (Diver-Office oder Diver-Pocket) automatisch installiert. Die Software wird auf CD-ROM geliefert oder kann von unserer Webseite www.swstechnology.com heruntergeladen werden.
  2. Schrauben Sie die Aufhängeöse des Divers ab.
  3. Setzen Sie den Diver mit der Oberseite (opt. Schnittstelle) nach unten in die Ausleseeinheit (s. Abb. oben) ein.
- Ein an einem Direktauselsekabel (Diver Data Cable - DDC) eingebauter Diver kann in der Messstelle verbleiben. Dieser Diver kann mit einem PC oder Pocket-PC über das DDC-Kommunikations-Kabel per USB-Schnittstelle direkt ausgelesen werden:
  1. Verbinden Sie das DDC-Kommunikationskabel-Kabel mit einem PC oder Pocket-PC.
  2. Schrauben Sie die Schutzkappe vom Ende des Direktablesekabels (DDC) im Kopf der Grundwassermessstelle ab.
  3. Verbinden Sie den Schraubverbinder des Kommunikationskabels mit dem oberen Ende des DDC-Kabels.

copyright of SLB

4. Lesen Sie die Messungen des Divers aus. Verwenden Sie dazu eines unserer Programme.
5. Trennen Sie das DDC-Kommunikationsskabel wieder.
6. Sschrauben Sie die Schutzkappe wieder auf das DDC-Kabel.

F: *Was ist ein Pocket-PC und was ist Diver-Pocket?*
A: Ein Pocket-PC, auch PDA oder Handheld-PC ist ein Taschencomputer, der zum Herunterladen der Daten aus den Divern im Feld genutzt werden kann. Diver-Pocket ist das Softwarepaket, das zum Einsatz auf dieser Plattform entwickelt wurde. Das ActiveSync-Programm, das mit dem Pocket-PC geliefert wird, wird zur Installation von Diver-Pocket auf dem Taschencomputer verwendet. Der Anwender kann zwischen der Installation einer vereinfachten Version (die Reader-Version ist nur zum **Auslesen** der Diver geeignet) und einer erweiterten Version (mit der alle Diver-Interaktionen durchgeführt werden können) wählen. Für die Diver-Pocket-Manager-Version ist eine Lizenznummer erforderlich.

F: *Ist ein Diver auf den Einsatz auf Höhe des Meeresspiegels begrenzt?*
A: Nein, Diver können in einer Tiefe von bis zu 300 m unter dem Meeresspiegel und bis zu einer Höhe von 5.000 m über dem Meeresspiegel eingesetzt werden.

F: *Sind immer zwei Diver für die Messung in einer Grundwassermessstelle erforderlich?*
A: Nein, aber es muss mindestens ein Baro-Diver zur Überwachung des barometrischen Drucks in jedem Untersuchungsgebiet vorhanden sein. Für ein 20 Grundwassermessstellen umfassendes Beobachtungsnetz müssen beispielsweise 20 Diver und ein Baro-Diver installiert werden. Bei größeren Netzwerken empfehlen wir, einen zusätzlichen Baro-Diver als Backup zu installieren. Dies hängt jedoch von den geografischen Gegebenheiten ab.

F: *In welchem Radius um die Diver sollte der Baro-Diver installiert werden, um eine korrekte Kompensation des Luftdrucks zu erhalten?*
A: In offenem Gelände mit etwa gleicher Höhe (über NHN) gilt als Erfahrungswert 1 Baro-Diver in einem maximalen Radius von 15 km.

F: *Welche Formel muss für die Umwandlung der Messergebnisse des Divers/Baro-Divers von cmH_2O (z.B. 1.020,74 cmH_2O auf Atmosphärendruck (mbar bzw. hPa) angewendet werden?*
A: Die Diver/Baro-Diver messen in cm Wassersäule (cmH_2O). Um die gemessenen cm Wassersäule in Atmosphärendruck umzuwandeln, muss mit 0,980665 multipliziert werden. In diesem Beispiel: 1.020,74 × 0,980665 = 1.001 hPa bzw. mbar.

F: *Wie hoch ist die Lebensdauer der Batterie des Divers?*
A: Die Lebensdauer hängt von der Häufigkeit der Messungen, Auslesungen und Programmierzyklen und dem Diver-Modell ab.

- Die Batterie des Mini, Micro, Cera und Baro-Divers haben ausreichend Kapazität für:
  - 5 Millionen Messungen;
  - 2.000 Auslesezyklen;
  - 2.000 Programmierzyklen.
- Die Batterie des CTD-Divers hat ausreichend Kapazität für:

copyright of SLB

- 2 Millionen Messungen;
- 500 Auslesezyklen;
- 500 Programmierzyklen.

Basierend auf unseren Felderfahrungen, kann eine Lebensdauer von 10 Jahren bei „typischem" Gebrauch angenommen werden. Typischer Gebrauch bedeutet zum Beispiel aber auch, dass die Diver keinen extremen Temperaturen über einen längeren Zeitraum ausgesetzt sind, dass das Messintervall nicht auf 1 Sekunde gesetzt wurde und dass nicht stündlich ein Download über Modem angefordert wird.

Beispiel:

- 1 Messung pro Stunde über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt 87.600 Messungen.
- 1 Messung alle 15 Minuten über einen Zeitraum von 10 Jahren ergibt 350.400 Messungen.

F: *Können die Diver in Meerwasser verwendet werden?*
A: Die Mini- und der Micro-Diver bestehen aus rostfreiem Edelstahl 316L. Dieses Material ist für den Einsatz in Meerwasser nicht geeignet. Die Cera und CTD-Diver sind aus Zirkoniumdioxid, einem keramischen Material, hergestellt. Dieses Material korrodiert nicht in Meerwasser, diese Diver können daher in Meerwasser eingesetzt werden. SWS hat explizit ein Nichtmetall für Diver-Modelle, die in aggressiven Umgebungen (wie Meerwasser) eingesetzt werden sollen, ausgewählt. Jedes Metall korrodiert letztendlich in einer zu aggressiven Umgebung oder aufgrund fehlenden Sauerstoffs. Das von SWS verwendete Zirkoniumdioxid (Cera-Diver und CTD-Diver) ist extrem korrosionsbeständig. Die eingesetzten keramischen Drucksensoren aus Aluminiumoxid haben dieselben Eigenschaften. Die Viton O-Ringe wurden aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften in dieser Umgebung ausgewählt.

F: *Wie reinige ich einen stark verschmutzten Diver?*
A: Wenn Ihr Diver stark verschmutzt ist, kann er leicht mit destilliertem weißen Essig gereinigt werden.
Zur Reinigung der Diver aus Keramik können Sie auch eine Phosphorsäurelösung verwenden.
Legen Sie den Diver einige Zeit in die Lösung. Spülen Sie den Diver nach der Reinigung immer gründlich mit sauberem Wasser, insbesondere in der Nähe der Durchflussöffnungen. Wenn erforderlich, verwenden Sie ein weiches Tuch zum Entfernen der Ablagerungen. Verwenden Sie keine harten Bürsten, Schleifmittel oder scharfe Gegenstände zur Reinigung Ihres Divers.

F: *Muss der Diver kalibriert werden?*
A: Nein, das ist nicht notwendig. Schlumberger Water Services kalibriert die Diver vor ihrer Auslieferung. Ein Zertifikat über die Werkskalibrierung kann als Teil des Herstellungsverfahrens geliefert werden. Die Diver können nur von Schlumberger Water Services kalibriert werden. Der Anwender kann im Zweifel eine lokale Kontrollmessung durchführen.
B: Der Lf-Kanal des CTD-Divers kann im Feld kalibriert werden. Einzelheiten dazu finden Sie im Benutzerhandbuch zur Software des Pocket-PCs (z.B. Diver-Office).

Allgemeiner Warnhinweis:

Die Kalibrierung der Leitfähigkeit ist schwierig. Die Art der Reinigung des CTD-Diver vor der Kalibrierung, temperaturbezogene Aspekte und die Handhabung der Kalibrierflüssigkeit sind sehr wichtig. Dies kann in der Regel im Feld nicht sicher gestellt werden, so dass wir eine Kalibierung im Labor empfehlen!

copyright of SLB

Anhang I - Einsatz von Divern bei Geländeerhebungen

Diver können in einem Bereich zwischen 300 Meter unter dem Meeresspiegel und bis zu 5.000 Metern über dem Meeresspiegel eingesetzt werden. Es wird jedoch empfohlen, dass alle Diver und Baro-Diver eines Netzwerkes soweit möglich auf derselben Höhe eingesetzt werden.

Die Beziehung zwischen den Abweichungen des Atmosphärendruck und der Höhe ist eher exponentiell als linear:

$$P_H = P_0 \cdot e^{-(M \cdot g \cdot H)/(R \cdot T)}$$

wobei

P_H = Atmosphärendruck auf Geländehöhe H

P_0 = Atmosphärendruck auf Referenzhöhe

$M = 28{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg/mol (Molekularmasse der Luft)

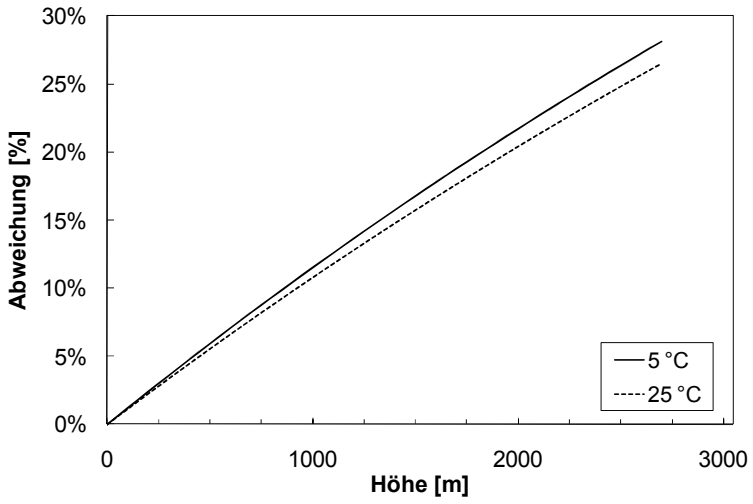
$g = 9{,}81$ m/s^2 (Standardgravitation)

H = Höhe in Metern

R = 8,314 J/mol/K (Gaskonstante)

T = Temperatur in Kelvin

Wenn der Baro-Diver auf einer anderen Höhe in Bezug zu den übrigen Divern in einem Netzwerk installiert wird, kann es aufgrund der oben beschriebenen Beziehung zu einer Abweichung in den barometrisch kompensierten Daten kommen. Nachstehende Grafik zeigt die Abweichung in den barometrischen Daten als Funktion der Abweichung der Höhe bei 5° C und 25° C.



Um die Abweichung des relativen barometrischen Drucks zu P_0 bei 5° C (T=278,15° K) bei einem Höhenunterschied von H zu bestimmen, kann die nachstehend genannte Formel verwendet werden.

$$(P_H - P_0) / P_0 = 1 - e^{-(M \cdot g \cdot H)/(R \cdot T)} \times 100\ \%$$

copyright of SLB

Nach Ersetzen der Daten ergibt sich eine relative Abweichung von 1,2 % bei einem Höhenunterschied von 100 m. Ein Höhenunterschied von 1.000 m erhöht die Abweichung auf 11,5 %.

Wir empfehlen daher, alle Diver und den Baro-Diver eines Netzwerks so zu platzieren, dass die Höhenunterschiede so gering wie möglich bleiben.

Falls erforderlich, können mehrere Baro-Diver auf unterschiedlichen Höhenstufeneingesetzt werden, um die oben beschriebenen Probleme auszuschließen.

copyright of SLB